

歯科用磁性アタッチメントの静磁場における骨形成への影響

著者	門間 悠介
号	32
学位授与番号	431
URL	http://hdl.handle.net/10097/36600

氏 名 (本籍) : 門 間 悠 介

学 位 の 種 類 : 博 士 (歯 学) 学 位 記 番 号 : 歯 博 第 4 3 1 号

学位授与年月日 : 平成19年3月27日 学位授与の要件 : 学位規則第4条第1項該当

研 究 科 ・ 専 攻 : 東北大学大学院歯学研究科(博士課程) 歯科学専攻

学 位 論 文 題 目 : 歯科用磁性アタッチメントの静磁場における骨形成への影響

論 文 審 査 委 員 : (主査) 教授 越 後 成 志

教授 奥 野 攻 教授 鈴 木 治

論 文 内 容 要 旨

変動磁場や電気刺激による仮骨現象が報告されて以来、骨誘導を必要とする様々な分野に利用されてきた。これに対して静磁場は、吸引力を利用した歯科用磁性アタッチメントなどに利用されているものの、骨誘導等の臨床応用には至っていない。変動磁場や電気刺激と異なり、永久磁石を用いた静磁場が骨形成に及ぼす影響については一様な見解が得られていないことが大きな原因と考えられる。そこで本研究では、耐食性に優れ、0.5T以上の局所的で高密度の磁束を供給できる歯科用磁性アタッチメント磁石構造体を家兎脛骨に1~12週間埋入し、静磁場の骨成長に及ぼす影響を骨の成熟度や形成速度の観点から組織学的に明らかにすることを目的とした。

はじめに生体用ステンレス鋼 SUS316L および純チタンをコントロールとし、磁石構造体に用いられている磁性ステンレス鋼の SUS447J1 と SUSXM27 の耐食性と骨親和性を調べた。これらの溶出試験とアノード分極曲線の結果から、SUS447J1 は最も溶出イオンが少なく、純チタンに準じた高耐食性を示すことが明らかとなった。また、家兎脛骨における骨形成状態や骨との接触状態には、チタンおよび各ステンレス鋼において差は認められなかった。また、等軸対称とする二次元有限要素法で計算した磁石構造体の磁場解析では、0.5T以上の磁束がシールドリング部近傍に分布し、局所的で強力な静磁場を付与できることがわかった。そこで SUS447J1 をヨークとする着磁磁石構造体と無着磁の同磁石構造体をコントロールとして実験に用いた。これらを家兎両脛骨4ヶ所に2個ずつ埋入し、埋入後、1, 2, 4, 8, 12週間経過した家兎脛骨を摘出し、厚さ50 μ mの非脱灰研磨切片を作製した。最後にトルイジンブルーO染色し、光学顕微鏡による組織観察を行い、骨の形成形態を調べた。

1週目ではいずれもトルイジンブルーO染色によりメタクロマジーを呈した軟骨基質を含む幼弱で疎な仮骨様組織が骨髓組織の中に現れ、2週目になるとその仮骨様組織が磁石構造体表面を覆う内軟骨性骨化が観察さ

れた。それ以降になると、時間経過とともに仮骨様組織は成熟骨に置換されることで消失し、成熟骨が磁石構造体吸着面を徐々に覆っていく様子が観察された。しかし、着磁磁石構造体では、4週目に仮骨様組織の大半が既に石灰化の進んだ成熟骨に置換されているのに対し、無着磁磁石構造体ではまだ仮骨様組織が吸着面全域を覆っており、着磁磁石構造体よりも2週ほど骨形成の遅れが観察された。

これらの結果より、静磁場刺激により内軟骨性骨化における軟骨基質や仮骨様組織の形成および成長が促進され、静磁場刺激のない組織よりも早い時期に石灰化と成熟骨の置換を始めることが明らかとなった。この原因は静磁場刺激が骨芽細胞の分化、活性を促進させ、早期の骨成熟を促したことによると考えられた。

審 査 結 果 要 旨

骨に変動磁場や電気刺激を与えると骨形成が進行することが報告されているが、永久磁石を用いた静磁場が骨形成に及ぼす影響については一様な見解が得られていないのが現状である。

本論文は、耐食性に優れ、0.5T以上の局所的で高密度の磁束を供給できる歯科用磁性アタッチメント磁石構造体を家兎脛骨に12週まで埋入し、埋入部周辺に形成する骨の形態およびその成長過程を静磁場の有無で比較し、静磁場の骨成長に及ぼす影響を骨の成熟度や形成速度の観点から組織学的に明らかにすることを目的としている。

研究方法は、生体用ステンレス鋼 SUS316L および純チタンをコントロールとし、磁石構造体に用いられている磁性ステンレス鋼の SUS447J1 と SUSXM27 の溶出試験とアノード分極曲線を測定し、*in vitro* による溶出イオンの有無と耐食性を調べ、さらにこれらのステンレス鋼を家兎脛骨に1週、4週間埋入し、*in vivo* による骨親和性を調べている。次に、これらのステンレス鋼で構成された着磁および無着磁の磁石構造体を家兎脛骨4ヶ所に2個ずつ埋入し埋入後1, 2, 4, 8, 12週間経過後に摘出し、トルイジンブルーO染色後、光学顕微鏡による組織観察を行い比較検討している。

本論文では、①磁性アタッチメントに用いられている磁性ステンレス鋼はいずれも耐食性に優れ、中でも SUS447J1 は溶出イオンが非常に少なく、純チタンに準じた耐食性を示すと同時に骨形成が可能なステンレス鋼であること、②磁石構造体は、0.5T以上の局所的で非常に高い磁束密度を有し、耐食性や骨親和性に優れ、生体内に埋入して静磁場の影響を観察するのに最適であること、③着磁および無着磁磁石構造体を埋入した場合、骨の修復過程はいずれも内軟骨性骨化の過程を経て修復に至ったこと、④静磁場刺激によって、内軟骨性骨化における軟骨基質や仮骨様組織の形成および成長が促進され、静磁場刺激のない組織よりも早い時期に石灰化と成熟骨の置換を始めることが明らかとなり、この原因は、静磁場刺激が骨芽細胞の分化、活性を促進させ、早期の骨成熟を促したことによることなどを明らかにしている。

以上のように、本論文は SUS447J1 をヨークとする磁石構造体が溶出イオン測定や電気化学的測定から耐食性が良好で生体内で十分使用可能であることを明らかにし、さらに磁石構造体による静磁場刺激が骨成長を促すことを明らかにしたことは基礎的にも臨床的にも応用範囲が極めて広く、高く評価され、今後の進展が大いに期待される。よって本論文は博士（歯学）の学位授与に値するものと認める。